

УДК 656

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПРИ УСТРОЙСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
В ЗОНЕ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ В ДВУХ УРОВНЯХ**

*канд. техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ; Д.В. МОЗОЛЕВСКИЙ; В.Н. КУЗЬМЕНКО;
А.С. ПОЛХОВСКАЯ; А.В. КОРЖОВА; Н.В. КИСЕЛЕВИЧ; Н.С. ЕРМАКОВА; Е.Н. ГОРЕЛИК
(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

Приведены результаты исследования условий движения и интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков на перекрестках улиц Могилевской и Володько, Аранской и Маяковского, Маяковского и Оранжевой, образующих исследуемый район транспортной застройки, в котором планируется устройство многофункционального комплекса «Червенский» с торговым, развлекательным, оздоровительным и деловым центрами и двухуровневой подземной парковкой. Выполнен анализ существующего способа организации дорожного движения, а также расчет распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта. Определен уровень загрузки на улично-дорожной сети с учетом интенсивности движения транспортных потоков от проектируемого многофункционального комплекса для оценки различных вариантов транспортного обслуживания исследуемого объекта. Разработаны варианты транспортной планировки узлов и организации движения в исследуемом районе застройки, которые будут способствовать повышению качества дорожного движения.

В дорожном движении участвует каждый гражданин страны и от качества этого важнейшего социально-производственного процесса зависит не только благосостояние каждого, но и государства в целом [1–3]. На стадии разработки проектных решений при разработке генеральных планов и планов детального проектирования отдельных районов застройки требуется первоначально учитывать требования организации дорожного движения, что будет способствовать устойчивому развитию транспортных систем города [3–8].

Постановка проблемы. На перекрестке улиц Маяковского и Аранской в городе Минске – мощном транспортном узле, образующемся пересечением магистральных улиц общегородского значения радиального и кольцевого функционального назначения, – планируется осуществить застройку многофункционального комплекса «Червенский» с торговым, развлекательным, оздоровительным и деловым центрами и двухуровневой подземной парковкой. Это расширит высоко нагруженный транспортный узел дополнительными потоками. Для снижения уровня загрузки и выбора альтернативных вариантов развития планировочно-организационной ситуации, во избежание транспортного коллапса требуется выполнить:

- исследование транспортно-пешеходной нагрузки в транспортных узлах, прилегающих к территории проектируемого многофункционального комплекса;
- анализ существующей организации дорожного движения и расчет существующего уровня загрузки на перекрестке улиц Аранская и Маяковского;
- расчет и распределение интенсивности движения транспорта при реконструкции транспортного узла улица Аранская – улица Маяковского с устройством дополнительного съезда для выполнения отнесенных левых поворотов при различных схемах организации дорожного движения;
- расчет и распределение прогнозируемой интенсивности движения транспорта проектируемого объекта;
- разработку расчетных схем распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети с учетом реконструкции перекрестка и строительства многофункционального комплекса; схем организации дорожного движения на территории проектируемого комплекса с учетом разработки принципиальных схем в транспортных узлах при выезде с проектируемого комплекса;
- расчет уровней загрузки для различных вариантов организации дорожного движения в транспортных узлах, прилегающих к проектируемому многофункциональному комплексу.

Анализ условий движения. Объектами исследования транспортно-пешеходной нагрузки являются:

- объект № 1: улица Могилевская – улица Володько;
- объект № 2: улица Аранская – улица Маяковского;
- объект № 3: улица Маяковского – улица Оранжевая.

Интенсивность и состав транспортных потоков определялись путем натурного эксперимента по методике Белорусского национального технического университета в рабочие дни недели [9; 10 и др.].

Состав транспортного потока был разбит на восемь групп, которые были обозначены символами: Л (мотоциклы, легковые автомобили); К (микроавтобусы); Г (грузовые автомобили средней грузоподъемности); Р (грузовые автомобили большой грузоподъемности); С (сочлененные автобусы); Т (троллейбусы); О (маршрутные автобусы); П (автопоезда, тракторные поезда); А (немаршрутные автобусы).

В программном комплексе «RTF-Road traffic flows» [11] затем были обработаны исходные данные, в результате чего получены картограммы интенсивности и неравномерности движения, диаграммы состава потока и таблицы параметров.

Следует отметить, что на картограмме часть левоповоротного транспорта (направление АВ и направление CD) составляет разворотный транспорт. Доля разворотного транспорта в составе левоповоротного достаточно высока на протяжении всего дня (табл. 1).

Таблица 1

Доля разворотного транспорта в составе левоповоротного транспорта на входе А и С

| Время замера | вход А, % | вход С, % |
|--------------|-----------|-----------|
| 08:00 | 60 | 15,3 |
| 11:00 | 77,8 | 9,6 |
| 14:00 | 65,2 | 9,8 |
| 17:00 | 37,5 | 5,1 |
| 20:00 | 66,7 | 13,8 |

Расположение проектируемого многофункционального комплекса «Червенский» с торговым, развлекательным, оздоровительным и деловым центрами и двухуровневой подземной парковкой на пересечении улиц Маяковского и Аранской в Минске предполагается на территории бывшего Червенского рынка в Ленинском районе столицы. Проектируемый комплекс расположен в границах улиц Аранская, Маяковского, Оранжевой и Проектируемая, вдоль существующих железнодорожных путей. Улицы Аранская и Маяковского являются магистральными, общегородского значения (категория А по ТКП 45-3.03-227).

Через исследуемый участок улично-дорожной сети проходит большое количество маршрутов пассажирского транспорта (автобусы и троллейбусы – около 20 маршрутов; маршрутные такси – около 10 маршрутов).

На основании исследований транспортно-пешеходной нагрузки и анализа существующей схемы организации дорожного движения выполнен расчет уровня загрузки на перекрестке улиц Аранская и Маяковского (рис. 1).

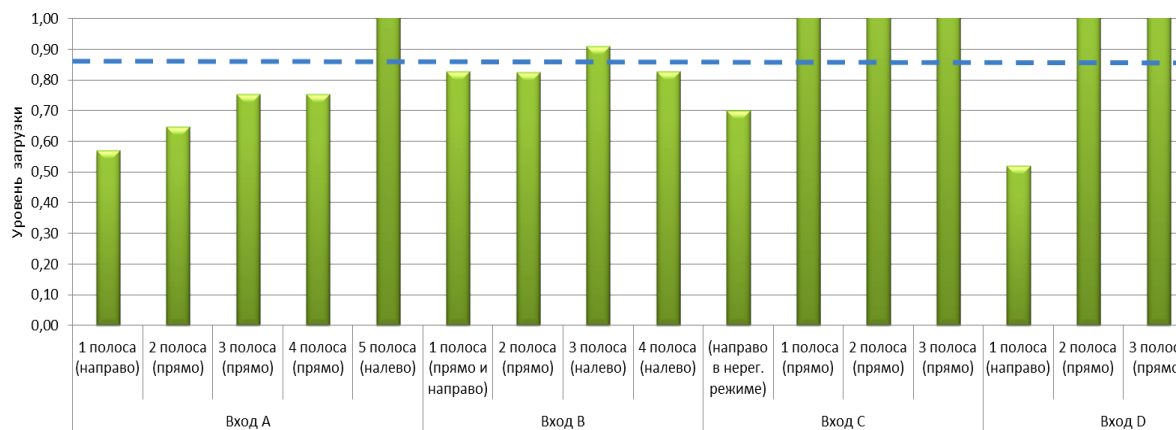
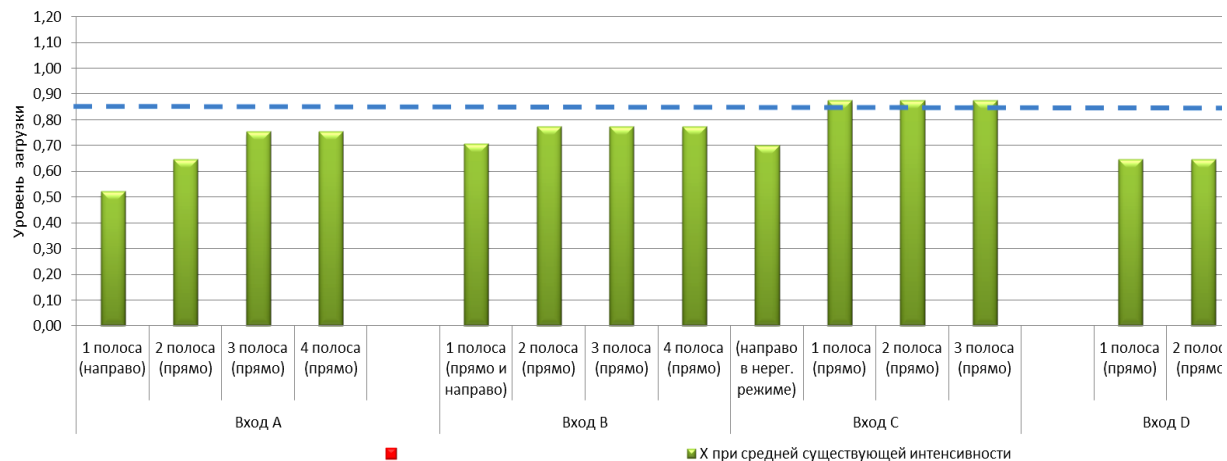


Рис. 1. Существующий уровень загрузки на перекрестке улиц Аранская и Маяковского (при средней существующей интенсивности)

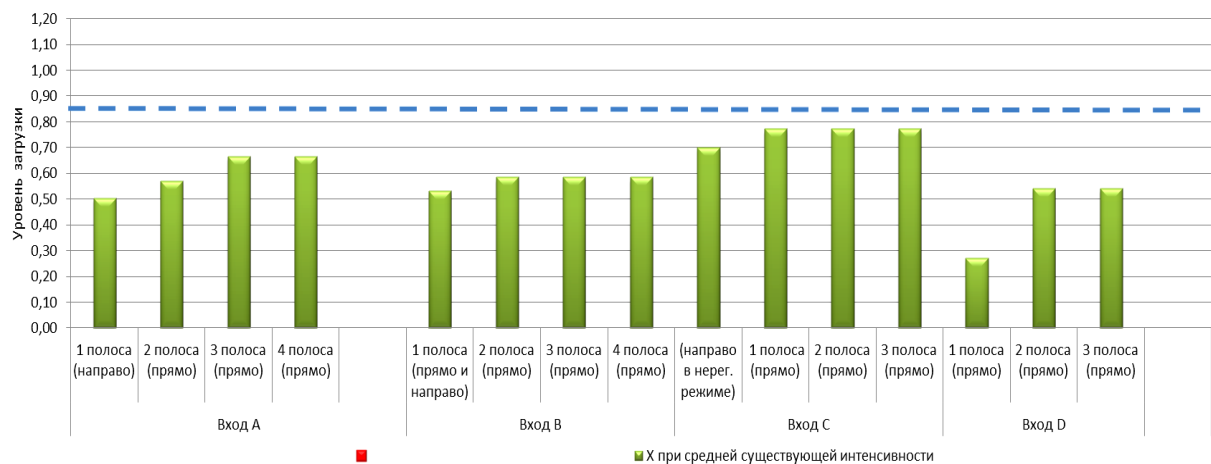
В настоящее время на данном перекрестке наблюдаются перегрузки не только в пиковые часы, но и в межпиковый период. Для повышения пропускной способности данного перекрестка специалистами УП «Минскинжпроект» и БНТУ НИЦ ДД была разработана реконструкция данного узла с устройством левоповоротного съезда. Реконструкция данного перекрестка позволит повысить безопасность движения, снизить уровень загрузки, уменьшить длину очередей на подходе к перекрестку и в целом уменьшить потери и задержки участников дорожного движения. Прогнозируемые уровни загрузки для различных схем представлены на рисунке 2 (фрагмент).

Анализ прогнозируемых уровней загрузки показал, что на перекрестке улиц Аранская и Маяковского необходимо применение 2-фазной схемы регулирования с запрещением левого поворота с улицы Маяковского (в сторону улицы Могилевской), с организацией отнесенных левых поворотов с улицы Сверд-

лова в сторону Партизанского проспекта и с улицы Аранской в сторону улицы Свердлова через проектируемый левоповоротный съезд, с сохранением существующего отнесенного левого поворота с улицы Аранской в сторону улицы Маяковского. Также существует резерв на перекрестке улиц Маяковского Оранжевой для устройства заезда или выезда на территорию многофункционального комплекса. Устройство транспортной развязки в разных уровнях на перекрестке улиц Аранская и Маяковского в ближайшее время нецелесообразно.



а)



б)

Рис. 2. Предполагаемый уровень загрузки на перекрестке улиц Аранская и Маяковского:
 а – схема организации дорожного движения с устройством левоповоротного съезда и сохранением левоповоротного движения с улицы Маяковского (в сторону ул. Могилевской). На перекрестке улиц Аранская и Маяковского применяется 3-хфазная схема регулирования;
 б – схема организации дорожного движения с устройством левоповоротного съезда и запрещением левоповоротного движения с улицы Маяковского (в сторону улицы Могилевской). На перекрестке улиц Аранская и Маяковского применяется 2-фазная схема регулирования

Расчет распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта. Исходными данными для расчета распределения перспективной интенсивности движения транспорта от проектируемого объекта являются ведомость проектируемых зданий и сооружений с указанием их площади, а также расчёт количества мест для стоянки автомобилей на всех уровнях паркинга, предоставленные заказчиком работ.

Интенсивность движения транспортных средств, въезжающих и выезжающих с территории проектируемой зоны многофункционального комплекса, складывается из следующих составляющих:

- сотрудников проектируемого комплекса, офисов, торгово-развлекательных центров и др., прибывающих к началу рабочего дня в утренний «час пик» и выезжающих в конце рабочего дня в вечерний «час пик»;
- посетителей проектируемого комплекса, офисов, торговых центров и др., прибывающих в течение рабочего дня, как правило, в «межпиковый период»;

- посетителей торгово-развлекательных центров, боулинга, ресторана, кафе, кинотеатра и т.д., прибывающих в вечерний «пиковый период» и позже.

Исходя из сказанного распределение интенсивности движения в течение суток будет характеризоваться отсутствием ярко выраженных «пиковых» периодов въезда и выезда с территории комплекса.

Расчет прогнозируемого увеличения интенсивности движения на прилегающей улично-дорожной сети, связанного со строительством (введением в эксплуатацию) проектируемого многофункционального комплекса, выполнен с учетом расчетного количества парковочных мест, предоставленного заказчиком.

Для распределения рассчитанной прогнозируемой интенсивности движения по улично-дорожной сети используются данные об интенсивности движения на улично-дорожной сети, прилегающей к проектируемому объекту. В зависимости от процентного распределения существующей интенсивности движения выполнено распределение перспективной интенсивности движения транспорта въезжающего на территорию многофункционального комплекса и выезжающего с территории многофункционального комплекса (табл. 2). Распределение прогнозируемой интенсивности движения выполнено для различных вариантов в зависимости от организации дорожного движения на близлежащих перекрестках.

Таблица 2

Прогнозируемое увеличение интенсивности движения транспортных средств

| Пути подъезда к проектируемой зоне | Интенсивность движения транспортных средств, въезжающих на территорию (паркинг), авт./ч | Интенсивность движения транспортных средств, выезжающих с территории (паркинг), авт./ч |
|---|---|--|
| Улица Свердлова (со стороны вокзала) | 192 | 192 |
| Улица Аранская (со стороны проспекта Партизанского) | 222 | 222 |
| Улица Маяковского (от улицы Денисовской) | 155 | 155 |
| Улица Могилевская (со стороны улицы Жуковского) | 170 | 170 |
| ВСЕГО | 739 | 739 |

Следует отметить, что распределение перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта по прилегающим улицам значительно зависит от размещения въездов и выездов с территории комплекса, организации дорожного движения на прилегающих участках улично-дорожной сети, организации движения на территории многофункционального комплекса.

Схемы распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта для трех вариантов приведены на рисунках 4–6.

Вариант 1. На перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная: с улицы Оранжерейной разрешен только поворот направо; с улицы Маяковского (со стороны улицы Денисовской) разрешено движение только прямо и направо.

Таким образом, заезд на территорию проектируемого комплекса и выезд осуществляется в основном на перекрестке улиц Аранская и Проектируемая.

Заезд на территорию проектируемого комплекса возможен:

- по улице Аранской со стороны улицы Могилевской (правый поворот) и со стороны улицы Маяковского (левый поворот);
- по улице Маяковского – со стороны улицы Свердлова (правый поворот).

Выезд с территории проектируемого комплекса допустим:

- по улице Оранжерейной – только направо на улице Маяковского в направлении улицы Денисовской;
- по Проектируемой улице – направо на улицу Аранскую и налево на улицу Могилевскую;

Вариант 2. На перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная: с улицы Оранжерейной разрешен только поворот направо; с улицы Маяковского (со стороны улицы Денисовской) разрешено движение во всех направлениях.

Таким образом, заезд на территорию проектируемого комплекса возможен в равной степени на перекрестках улиц Аранская и Проектируемая, улиц Маяковского и Оранжерейная. Выезд преимущественно осуществляется на перекрестке улиц Аранская и Проектируемая.

Заезд на территорию проектируемого комплекса допустим:

- по улице Аранской – со стороны улицы Могилевской (правый поворот) и со стороны улицы Маяковского (левый поворот);
- по улице Маяковского – со стороны улицы Свердлова (правый поворот) и со стороны улицы Денисовской (левый поворот).

Выезд с территории проектируемого комплекса может быть осуществлен:

- по улице Оранжерейной – только направо на улицу Маяковского в направлении улицы Денисовской;
- по Проектируемой улице – направо на улицу Аранскую, налево – на улицу Могилевскую.

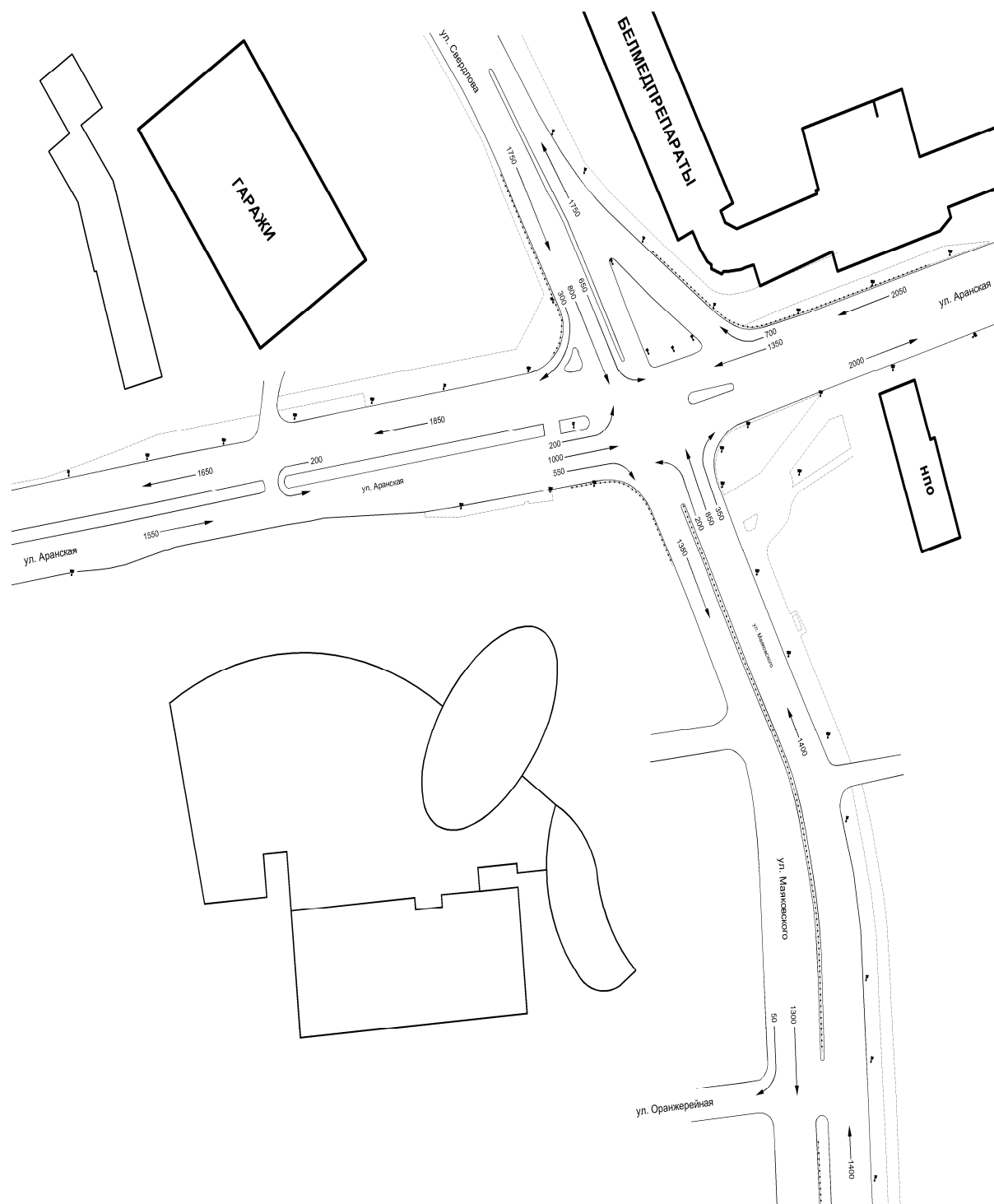


Рис. 4. Организация дорожного движения в исследуемом районе (вариант 1)

Вариант 3. На перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная: с улицы Оранжерейной разрешено движение во всех направлениях; с улицы Маяковского (со стороны улицы Денисовской) – во всех направлениях.

Таким образом, заезд на территорию проектируемого комплекса и выезд с комплекса возможны в равной степени на перекрестках улиц Аранская и Проектируемая, Маяковского и Оранжерейная.

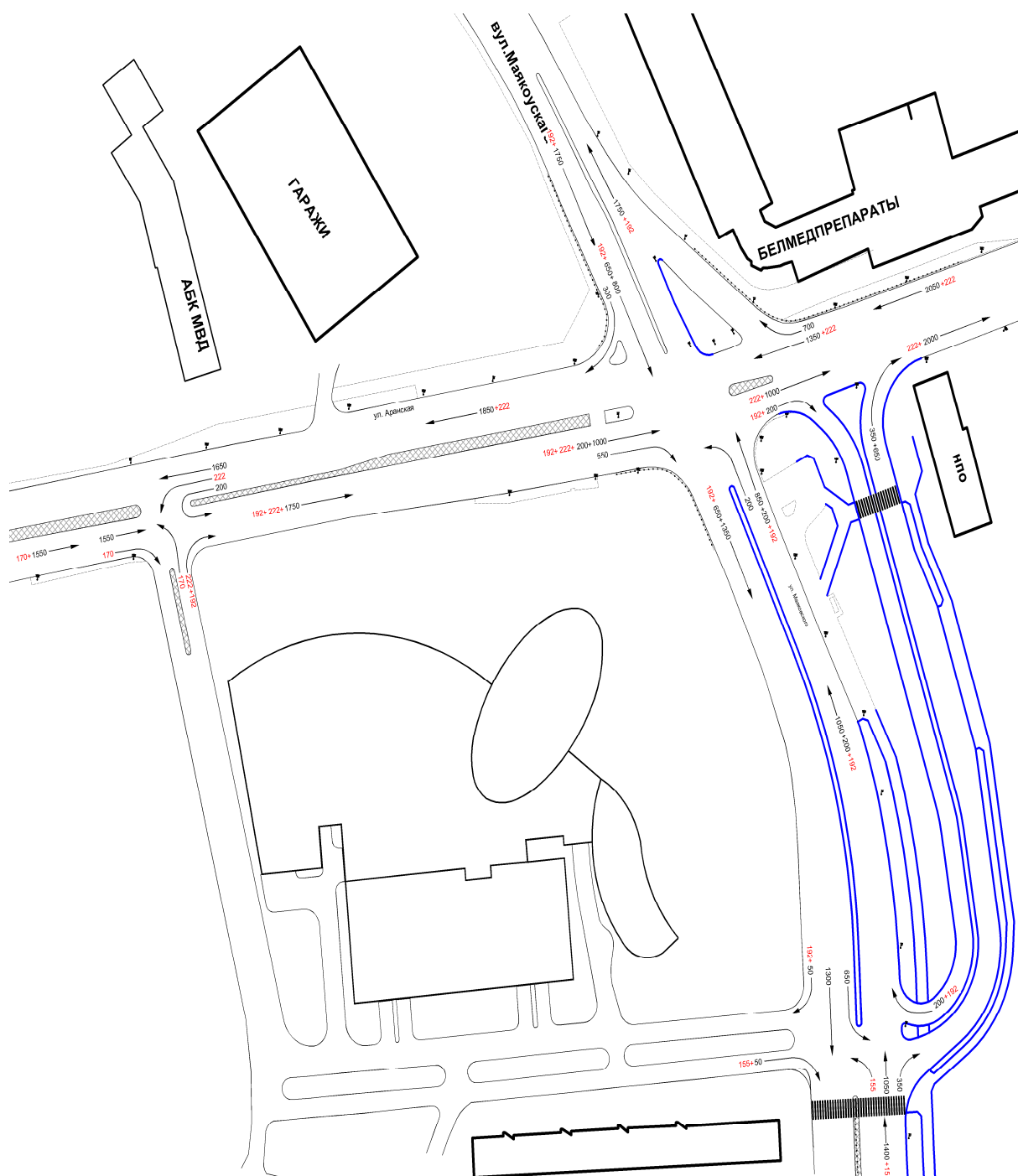


Рис. 5. Организация дорожного движения в исследуемом районе (вариант 2)

Обязательное условие функционирования проектируемого комплекса – введение светофорного регулирования на перекрестках улиц Маяковского и Оранжерейная, Архангельская и Проектируемая.

Расчет уровней загрузки на улично-дорожной сети с учетом интенсивности движения транспортных потоков от проектируемого многофункционального комплекса. Расчет уровней загрузки выполнен с учетом реконструкции перекрестка улиц Архангельская и Маяковского и применения на этом перекрестке двухфазной схемы регулирования (непосредственно на перекрестке запрещены все левые повороты, возможно выполнение отнесенных левых поворотов).

Рассчитано несколько вариантов уровней загрузки с учетом различных разрешенных направлений движения на перекрестке и, соответственно, различного распределения транспортных потоков по направлениям (рис. 7–10).

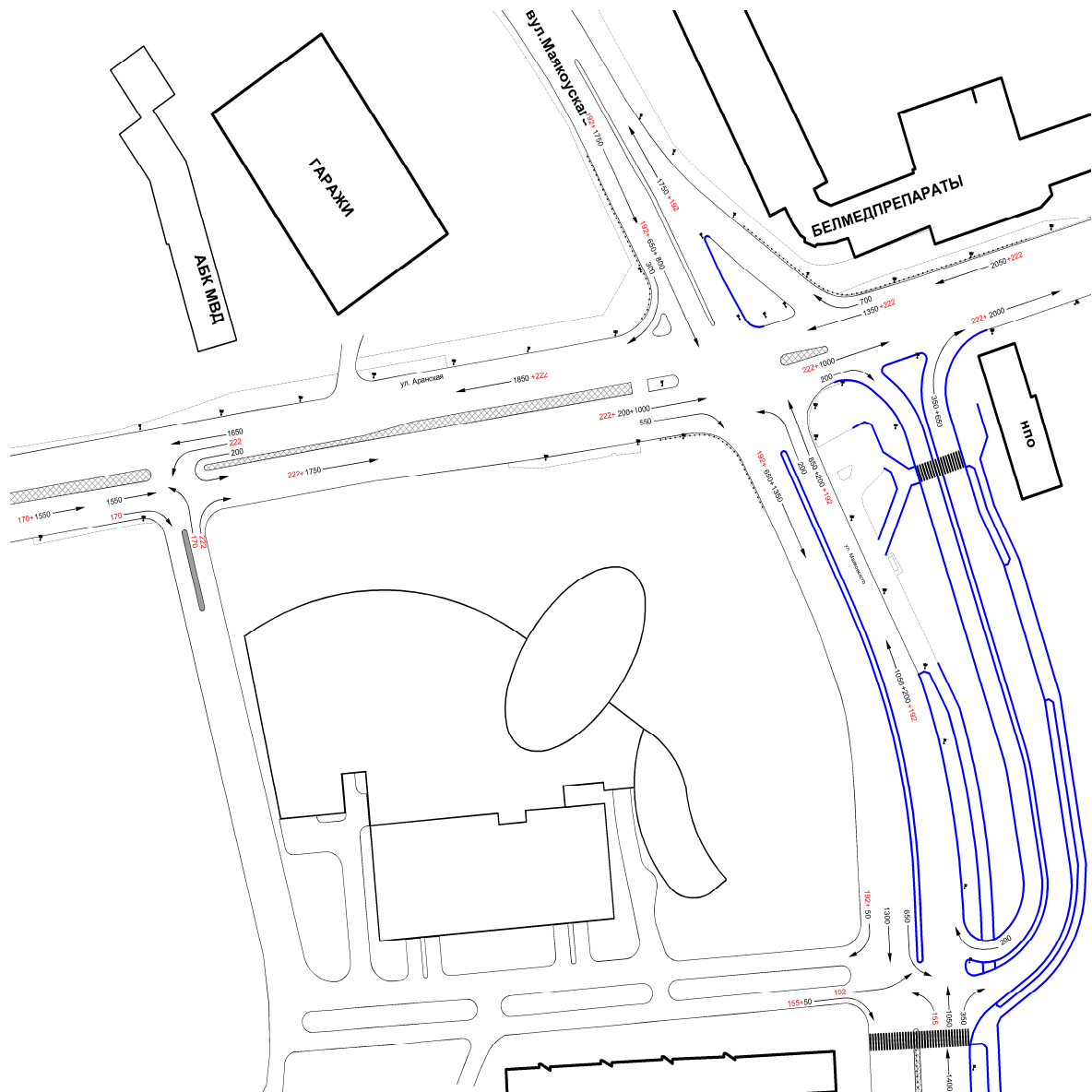


Рис. 6. Организация дорожного движения в исследуемом районе (вариант 3)

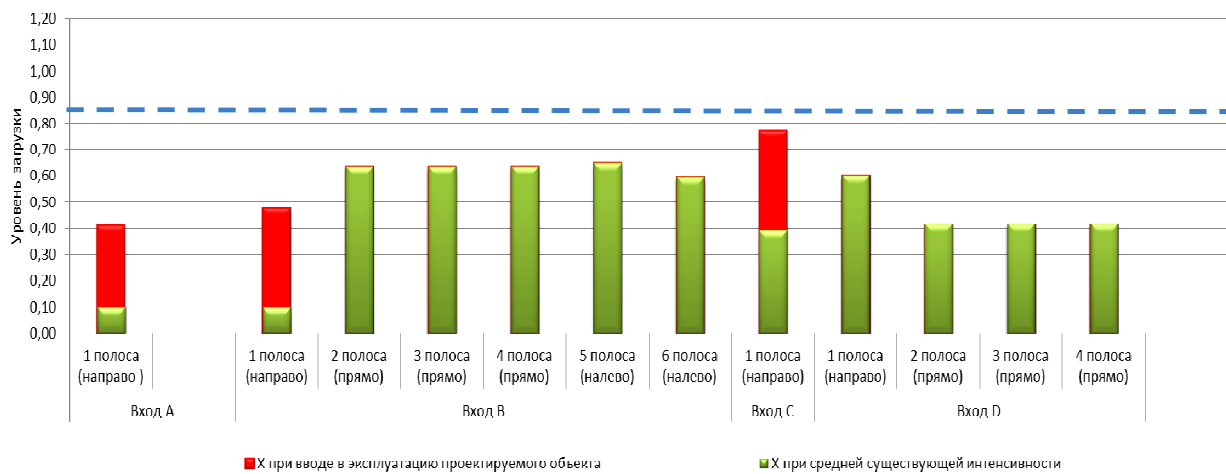


Рис. 7. Предполагаемый уровень загрузки на перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная (2 фазы с улицы Оранжерейной только направо; В – со стороны улицы Архангельской)

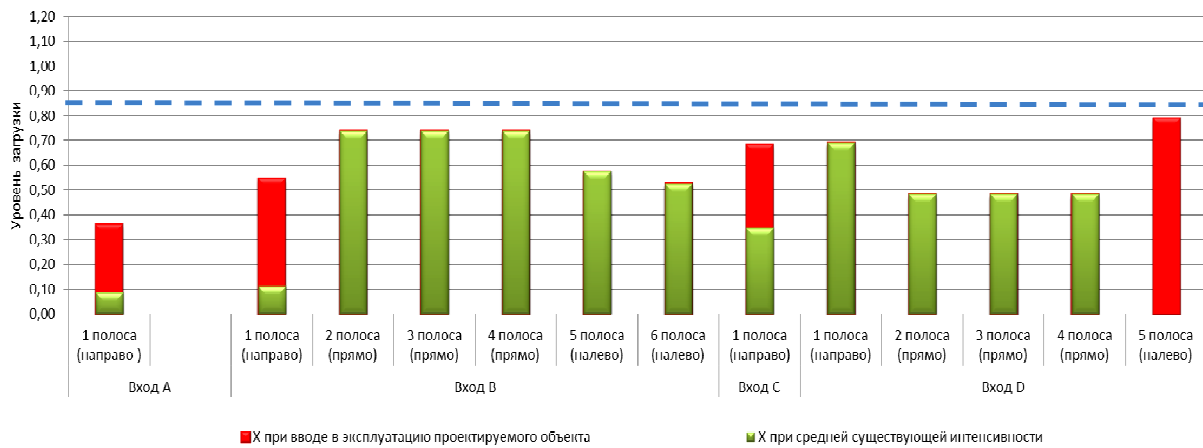


Рис. 8. Предполагаемый уровень загрузки на перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная (3 фазы, с улицы Оранжерейной только направо, разрешен левый поворот с улицы Маяковского на Оранжерейную)

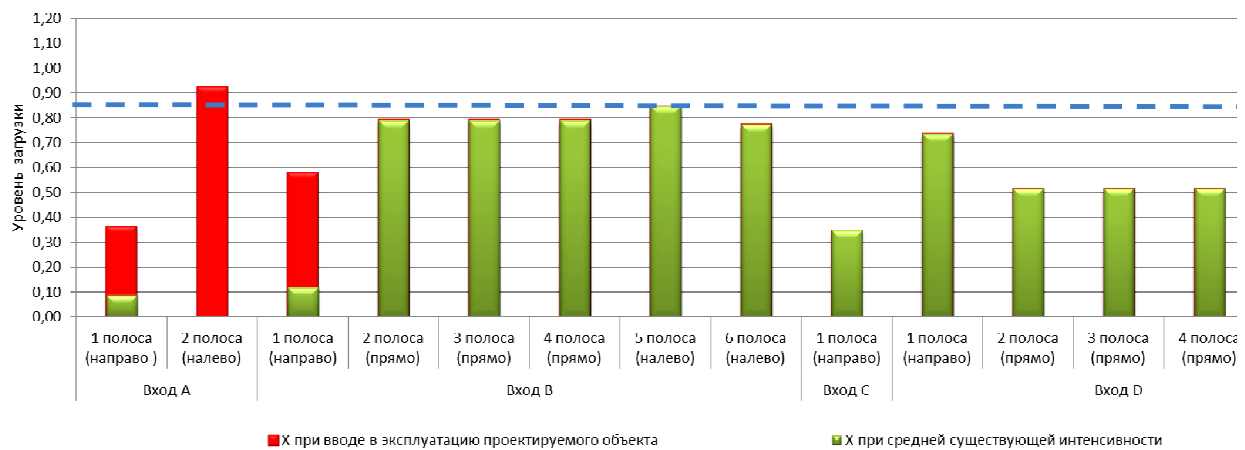


Рис. 9. Предполагаемый уровень загрузки на перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная (3 фазы, с улицы Оранжерейной во всех направлениях, разрешен левый поворот с улицы Маяковского на Оранжерейную)

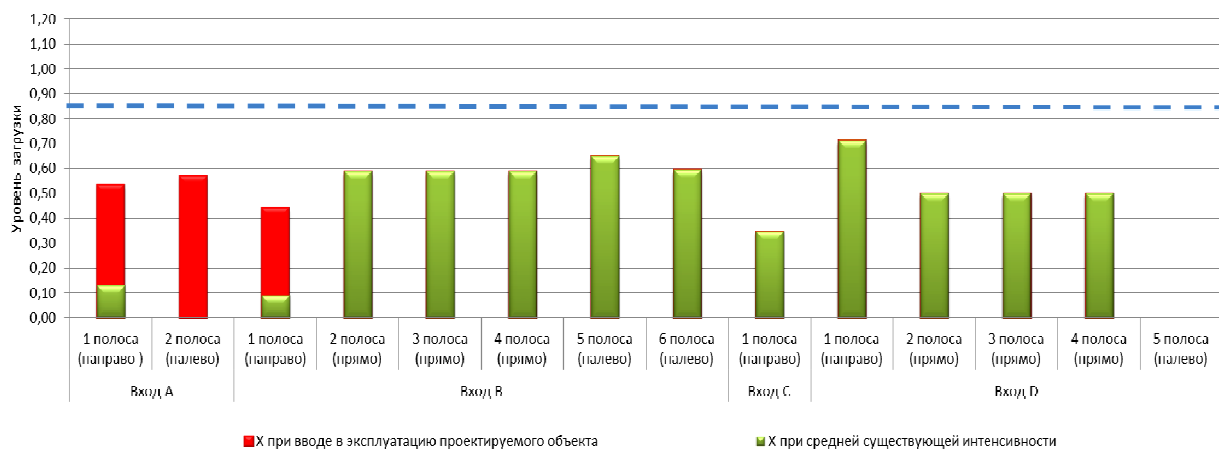


Рис. 10. Предполагаемый уровень загрузки на перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная (3 фазы, с улицы Оранжерейной во всех направлениях, запрещен левый поворот с улицы Маяковского на Оранжерейную)

Наилучшим вариантом организации дорожного движения на данном перекрестке является решение, при котором запрещен левый поворот с улицы Маяковского на улицу Оранжерейную и разрешен выезд с улицы Оранжерейной во всех направлениях.

Также можно сохранить базовую схему организации дорожного движения, при которой движение с улицы Оранжевой выполняется только направо, но тогда увеличится количество автомобилей, выполняющих разворот на перегоне улицы Маяковского (рис. 11).



Рис. 11. Принципиальная организация дорожного движения в исследуемом районе

Рассчитано несколько вариантов и уровней загрузки с учетом различных разрешенных направлений движения по полосам на перекрестке и различных распределений транспортных потоков по направлениям, связанных с ограничениями движения на перекрестке улицы Аранской и проектируемого заезда к комплексу.

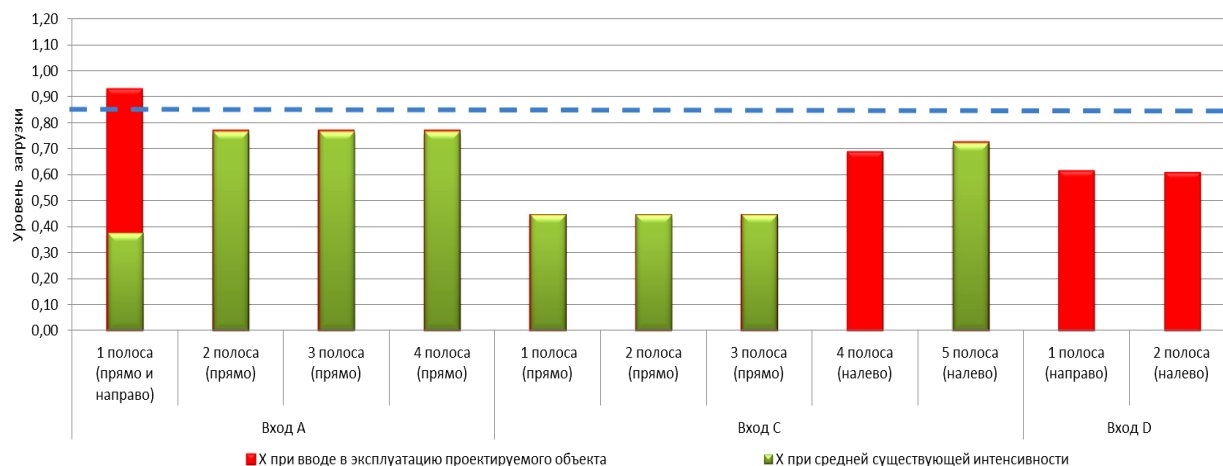


Рис. 12. Предполагаемый уровень загрузки (фрагмент) на перекрестке улиц Аранская и проектируемый заезд к комплексу (3 фазы) (на перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная: с улицы Оранжерейной только направо, запрещен левый поворот с улицы Маяковского на улицу Оранжерейную)

Заключение. В результате проведенного анализа существующей транспортно-пешеходной нагрузки, особенностей существующей организации дорожного движения, условий движения с учетом устройства многофункционального комплекса, а также с учетом расчета распределения перспективной интенсивности движения транспорта проектируемого объекта и разработки схем распределения интенсивности движения транспортных потоков по улично-дорожной сети предложены планировочные решения, предусматривающие устройство светофорных объектов на улице Аранской – проектируемый заезд к комплексу, улице Маяковского – Оранжерейная. Предложения выполнены с учетом реконструкции перекрестка улиц Маяковского и Аранская и устройства левоповоротного съезда.

На перекрестке улицы Аранская и проектируемого заезда к комплексу необходимо:

- по улице Аранской со стороны улицы Володько – устройство четырех полос;
- по улице Аранской со стороны улицы Маяковского – устройство пяти полос, в том числе две полосы для поворота налево и разворота;
- по Проектируемому заезду – устройство 4 полос в двух направлениях.

На перекрестке улиц Маяковского и Оранжерейная необходимо:

- по улице Маяковского со стороны улицы Аранской – устройство 6 полос, в том числе 1 полоса направо и 2 полосы налево;
- по улице Маяковского со стороны улицы Денисовской – устройство минимум 4 полос, в том числе 1 полоса направо;
- по улице Оранжерейной – устройство 2 полос.

Обязательным условием для нормального функционирования всех устраиваемых или реконструируемых светофорных объектов, попадающих в зону проведения работ, является организация схем пофазного движения с количеством фаз не более 3.

Устройство транспортной развязки в разных уровнях на перекрестке улиц Аранская и Маяковского в ближайшее время нецелесообразно. Рекомендуется реконструировать данный перекресток по ранее представленному проекту. Строительство запроектированной транспортной развязки усложнит ситуацию с обслуживанием транспорта проектируемого комплекса. В случае строительства транспортной развязки необходимо ее перепроектирование с учетом возможности обслуживания проектируемого комплекса, что снизит аварийные, экономические и экологические потери в исследуемом районе.

Полученные результаты исследований можно использовать для разработки более детальной планировки (строительного проекта) строительства развязки, разработки решений по организации дорожного движения по территории многофункционального комплекса и прилегающей улично-дорожной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю.А. Водителю о дорожном движении: пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – 3-е изд., дораб. – Минск: БНТУ, 2010. – 139 с.
2. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.

3. Капский, Д.В. Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности: в 2-х т. / Д.В. Капский. – Минск, 2013. – Т. 1. – 282 с.
4. Постановление расширенного заседания коллегии Министерства транспорта Рос. Федерации от 24.10.12 2012, № 3.
5. Врубель, Ю.А. Опасности в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – М.: Новое знание, 2013. – 244 с.
6. Ваксман, С.А. Моделирование ДТП – градостроительный аспект / С.А. Ваксман, Л.И. Свердлин // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докл. шестой междунар. конф.; СПбГАСУ. – СПб., 2004. – С. 305–307.
7. Трофименко, Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
8. Ваксман, С.А. Принципы разработки и содержание КСОД столичного города (на примере Минска) / С.А. Ваксман, Ф.Г. Глик, Д.В. Капский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы седьмой междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т.; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 267–268.
9. Капский, Д.В. Транспорт в планировке городов: пособие для студентов спец. 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Д.В. Капский, А.В. Коржова, С.В. Скирковский. – Минск: БНТУ, 2015. – 144 с.
10. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.
11. Свидетельство № 222 от 17.09.10 о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д.В. Капский, Д.В. Мозалевский, М.К. Мирошник, А.В. Коржова, В.Н. Кузьменко, А.С. Полховская, Е.Н. Костюкович.
12. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования = Вуліцы населеных пунктаў. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). – Введ. 01.07.2011. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011. – 46 с.

Поступила 06.07.2015

**TRAFFIC MANAGEMENT WHEN CHANGING OBJECTS GRAVITY
IN THE AREA OF VEHICLE ASSEMBLY FORMED
BY MAIN STREETS CITYWIDE IMPORTANCE IN MINSK**

**D. KAPSKI, D. MOZOLEVSKY, V. KUZMENKO,
A. POLKHOVSKY'S, A. KORZOVA, N. KISILEVICH, N. ERMAKOVA, E. GORELIK**

The article presents the results of the study traffic conditions and the intensity of road traffic and pedestrian flows at intersections Street. Mogilev – st. Volodko, str. Aranskaya – st. Mayakovsky and st. Mayakovsky – st. Oranzereinaiya, which form the study area of transport development, in which the device is planned multifunctional complex “Chervenski” with shopping, entertainment, wellness and business center, and a two-level underground parking. The analysis of the existing road traffic management, as well as the calculation of the distribution perspective road traffic intensity of the proposed facility. The studies allowed the determination of levels of exercise load on the road network, taking into account the intensity of the road traffic flow of a multifunctional complex designed to assess the various options of transport service of the object. Develop options for transport planning and traffic management units in the study area development that will enhance the quality of road traffic.